

超声心动图评价左心耳血流动力学的研究进展

安娟红华

摘 要 左心耳是原始胚胎左房的残余,是肺静脉血液回流入左室的通道,其内部由丰富的梳状肌及肌小梁等构成,外观呈入口窄中间宽的盲端结构,是附壁血栓的好发部位,也是心源性脑梗死栓子的重要来源。超声心动图运用各项新技术的优势来评价左心耳形态、结构及血流动力学变化,可以前期预测和评估血栓栓塞的风险性。本文就超声心动图对左心耳的研究现状进行综述。

关键词 超声心动描记术;左心耳;血流动力学;研究进展

[中图分类号]R540.45

[文献标识码]A

Research progress of echocardiography in left atrial appendage hemodynamics

AN Juan, HONG Hua

Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010070, China

ABSTRACT Left atrial appendage is the remnant of the primitive embryonic left atrium and the channel through which pulmonary venous blood flows back to the left ventricle. It is composed of abundant comb muscles and muscle trabeculae. It has a narrow, middle and wide blind end structure with a narrow entrance. It is the predominant site of mural thrombosis and important source of emboli in cardiogenic stroke. Echocardiography can predict and evaluate the risk of thromboembolism by the advantages of various new techniques to evaluate the morphology, structure and hemodynamic changes of left atrial appendage. This article reviews the research status of left atrial appendage by echocardiography.

KEY WORDS Echocardiography; Left atrial appendage; Hemodynamics; Research progress

左心耳形成于胎儿发育第3周,为原始胚胎左房的残余。左心耳位于左房游离壁左房室沟处,整体外观为入口窄中间宽的盲端结构,呈倒挂圆锥体状。舒张早期,左心耳为肺静脉血液回流入左室的通道;收缩期,左心耳通过加强自身的收缩,充盈左室。左房压力增大时,左心耳内血液排出受阻,新鲜血液对陈旧血液的冲击更替作用力减弱,容易形成涡流,加之其内部含有丰富的梳状肌,内壁呈锯齿状,容易藏匿附壁血栓。研究^[1]发现,心源性脑梗死患者中有15%的栓子来源于左心耳,这也成为缺血性脑梗死患者致死致残的重要原因。左心耳被称为“人类致命的附属物”,因此,对于左心耳血栓形成的前期预测和栓塞风险性的评估在临床研究中具有重要意义。超声心动图以无创、经济实用的优势作为评价左心耳形态、结构及血流动力学的重要手段。本文就超声心动图各技术对左心耳的研究现状进行综述。

一、CDFI评价左心耳血流动力学的研究

1. 左心耳的血流频谱:左心耳的血流频谱被认为是评价左心耳血流动力学状态的重要预测因素^[2]。正常左心耳的血流频谱呈典型的双相排空和单相充盈模式,其中双相排空模式的产生是由舒张期左室对左心耳的挤压作用和房缩期左心耳尖部的收缩作用形成的^[3]。随着年龄的增长和相关疾病的发生,

频谱向多相、无波动演变,其中心房颤动(以下简称房颤)患者的血流频谱呈多相波^[4]。频谱波相改变,血液早期呈涡流运动,而涡流运动易产生紊乱的剪切力,导致心耳组织水肿和内膜损伤。后期血流速度减慢,血液瘀滞,血栓形成。李向农等^[5]应用频谱多普勒技术对74例房颤患者左心耳血流动力学进行研究,检出患有血栓者24例(32.43%),血流自发显影者18例(24.32%),说明频谱多普勒技术可用于左心耳血流状态的评价。庞中一等^[6]将369例房颤患者分为血栓组34例和非血栓组335例,结果显示血栓组患者持续性/永久性房颤发生率高于非血栓组(56.3% vs. 19.3%),差异有统计学意义($P < 0.05$),研究表明持续性/永久性房颤是左心耳血栓形成的独立危险因素。

2. 左心耳血流动力学参数:左心耳射血分数(left atrial appendage ejection fraction, LAA-EF)和左心耳最大排空速度(maximum speed of emptying of left atrial appendage, LAA-PEV)是评价左心耳射血能力的常用参数。LAA-EF常采用面积描记法获得,即:LAA-EF=(左心耳最大面积-左心耳最小面积)/左心耳最大面积^[7]。LAA-EF的正常均值为 $53.1\% \pm 8.3\%$,LAA-PEV的正常范围为 $(50 \pm 6) \text{ cm/s} \sim (83 \pm 25) \text{ cm/s}$ ^[8]。LAA-EF和LAA-PEV减低时,左心耳自发显影,血栓形成。游亚萍和方丕华^[9]认为LAA-PEV $< 20 \text{ cm/s}$ 是脑血栓栓塞事件发生的临界值。

于慧娟等^[10]对比分析了70例健康成人和70例房颤患者的左心耳功能,证实LAA-EF减低时,左房、左心耳血栓的自发显影容易形成。Bitigen等^[11]研究表明,重症风湿性二尖瓣关闭不全患者LAA-PEV低于正常成人,血栓形成率高于正常成人,差异均有统计学意义(均 $P<0.01$)。目前国内多侧重于对左心耳血栓组与健康对照组之间的差异性研究,未针对相关数据给出明确的临界值。以上学者提出的LAA-EF和LAA-PEV的参考值范围尚有待验证。

二、组织多普勒成像(tissue Doppler imaging, TDI)技术评价左心耳血流动力学的研究

TDI技术是运用低频多普勒波实时反映心脏收缩和舒张能力的技术。其不受血流速度、方向和心率等因素的干扰,能够早期反映异常的心脏收缩。Yoshida等^[12]应用TDI测量78例非瓣膜性持续性房颤患者的左心耳壁运动速度(left atrial appendage wall motion velocity, LAA-WMV),结果显示,随着血流自发显影的程度增加,LAA-WMV值呈下降趋势。TDI还可以采用M型TDI鉴别血栓与梳状肌的不同运动状态,从而将二者进行区分^[13]。二尖瓣口舒张期血流峰值速度(E)与二尖瓣环舒张期运动峰值速度(e')之比也常是TDI间接评价左心耳血流状态的依据。Doukky等^[8]应用TDI技术对297例持续性非瓣膜性房颤患者引起左心耳血栓危险因素进行研究,结果证实当E/e'减小时,左心耳血栓形成的风险率增加。

三、斑点追踪成像(speckle tracking imaging, STI)技术评价左心耳血流动力学的研究

STI的原理是心肌组织中小于入射波长的结构可以产生背向散射的斑点信息,不同帧频间同一位置心肌产生的两个斑点之间的距离能够反映心脏的收缩及舒张功能。STI通过利用逐帧追踪不同帧频间斑点信息的原理来获得心肌最大及最小容积,计算出排空分数。与应变和应变率技术比较,STI具有不受取样角度限制的优势。但是国内外未见应用STI技术直接计算LAA-EF和血流排空峰值速度(LAA filling peak flow velocity, LAA-FV)的研究,大多通过测量左房的弹性形变来间接反映。Zuo等^[14]应用STI技术观察左房的弹性形变、LAA-FV与房颤抗栓评分的关系,结果显示房颤抗栓评分与血流排空峰值速度呈负相关($r=-0.317, P=0.013$),表明左房的弹性形变能力减低会引起LAA-FV减低。Sasaki等^[15]对120例急性缺血性脑梗死患者的左房心肌进行追踪,证实了左心耳血栓形成或严重的自发显影时左房心肌的弹性形变能力下降,同时也证明了LAA-FV可以反映左房的弹性形变能力。

四、血流向量成像(vector flow mapping, VFM)技术评价左心耳血流动力学的研究

VFM技术是以CDFI为基础,可视化观察血流速度向量和流线方式的技术。人体内血液流动存在层流和涡流两种形式。层流状态稳定,维持着稳定的人体血液的循环;涡流的各项参数值(涡流圈数、涡流面积、涡流直径、涡量和涡流强度)受心律等因素的影响,不同的心律状态下涡流的各参数差异较大,而涡流参数值的异常是导致紊乱的血流剪切力和心内膜损伤的因素。VFM应用DSA-RSI软件的优势测量彩色多普勒图像的血流速度、涡流分布及左心耳的血流时间流量曲线,通过分析

涡流的各项参数值,评价左心耳的血流动力学状态。蔡宇燕等^[16]应用经食管超声心动图和VFM技术研究房颤患者左心耳流场向量的特点,结果显示阵发性房颤组收缩早期和舒张晚期左心耳向量分布规则均匀,收缩晚期和舒张早期向量稀疏、紊乱;持续性房颤组多数于整个心动周期出现规则均匀的向量,但向量方向持续变化;阵发性房颤患者在早搏和舒张末期左心耳中发现有规律的向量,舒张末期左心耳开口处可见小漩涡;而持续性房颤患者在整个心动周期中可观察到方向交替的不规则向量。

五、速度向量成像(velocity vector imaging, VVI)技术评价左心耳血流动力学的研究

VVI技术基于斑点追踪原理,结合超声像素的空间相干、斑点追踪及边界追踪等技术的特点,通过速度和向量的表达方式对感兴趣的心肌运动进行追踪。心脏的运动为收缩舒张、空间移动和自身扭动3种方式,每一种运动方式的不正常发起,均会影响左心耳的正常功能状态。VVI技术克服了传统STI技术位移受角度依赖的缺陷,定性观察及精确定量分析心肌组织径向、周向及侧方的运动状态,实时地反映左心耳不正常的空间运动,以斑点运动的容积曲线获取LAA-EF值,监测左心耳的血流动力学。Ono等^[17]研究发现,LAA-EF是非瓣膜性房颤患者左心耳血栓形成的独立危险因素,无血栓的房颤患者LAA-EF为 $(31.3\pm 10.5)\%$,伴有血栓的房颤患者LAA-EF为 $(18.5\pm 4.2)\%$,LAA-EF为21%是预测血栓的临界值。陈继美和张萍^[18]研究表明,LAA-EF $<21\%$ 可预测左心耳血栓形成。Iwama等^[19]应用VVI技术对142例非瓣膜性房颤患者的LAA-EF与左心耳血栓的关系进行评估,研究发现伴有血栓的房颤患者LAA-EF值较无血栓的房颤患者明显降低 $[(16.9\pm 3.1)\% \text{ vs. } (29.0\pm 9.7)\%]$,差异有统计学意义($P<0.001$);且LAA-EF为20%时,预测左心耳血栓的敏感性为92%,特异性为88%。

六、心脏超声造影技术评价左心耳血流动力学的研究

造影剂具有随血液流动、增强血液的背向散射的能力,以达到清晰显示心脏内膜和血流状态的目的。心脏超声造影技术利用造影剂背向散射的原理观察左心耳内血流状态,预测左心耳的血栓形成。该技术能够避免伪像干扰,当带有主观性的传统成像技术诊断左心耳血栓模棱两可时,心脏超声造影结合脉冲多普勒可提供客观的有效信息,提高检测左心耳血栓阳性或阴性的价值。Ruiz-Arango和Landolfo^[20]首次对3例房颤患者使用心脏超声造影和能量多普勒检测左心耳血栓,结果表明心脏超声造影可有效确诊或排除房颤患者左心耳血栓。孔彬等^[21]探讨了心脏超声造影技术与经食管超声心动图对左心耳口部直径和深度测量结果的相关性,结果显示两种方法测量左心耳口部直径和深度均呈正相关($r=0.905, 0.906$, 均 $P<0.001$)。

七、三维超声技术评价左心耳血流动力学的研究

三维经胸超声心动图(three-dimensional transthoracic echocardiography, 3D-TTE)是以显示沿Y轴60°和Z轴60°内的三维锥形图像数据集来广角显示左心耳的技术。其是由4个15°窄角三维数据集组成,具有可以在任意角度、切面中观察左心耳的空间解剖结构的特点,可以改变经胸超声心动图观察左心耳时出现的“死角现象”,而且较三维经食管超声心动图

(three-dimensional transesophageal echocardiography, 3D-TTE) 耗时短、创伤小,在临床应用中具有广阔的前景。肖雨雄等^[22]以经3D-TTE诊断结果为标准,评价3D-TTE对于左心耳血栓的诊断价值,结果显示3D-TTE的诊断敏感性为71%,准确率为74%,阳性预测值为75%,阴性预测值为72%,结果表明3D-TTE对诊断左心耳血栓具有良好的敏感性和运行预测性。3D-TTE能够以0~180°扫描的优势全方位勘察左心耳,具有三维立体直观的优势,不仅能够运用数字化技术完全还原左心耳内的结构,高清晰度分辨隐藏的血栓,还能够手动勾画内膜,计算左心耳腔的容积变化值,预测左心耳的血流状态,同时能够有效避免肋骨和肺气的干扰,以及经胸采集图像的限制。Chen等^[23]应用3D-TTE对96例持续性房颤患者左心耳血流动力学进行研究,得出房颤患者的LAA-EF低于非房颤者($P<0.05$)。Gan等^[24]应用3D-TTE检测74例非瓣膜性房颤者左心耳容积变化,并评价其在预测左心耳血栓形成中的价值,证实了左心耳收缩末期容积18.45 ml和左心耳舒张末期容积9.49 ml是评估左心耳血栓的临界值。该研究还表明,3D-TTE能有效评价左心耳容积和LAA-EF,在评价左心耳血栓形成中具有重要价值。

八、各超声心动图技术诊断左心耳的优势及不足

综上所述,这些新技术给左心耳的研究带来许多优势和便利,但也各有缺陷,TDI技术能够显示低频的心肌运动,较早地发现心肌舒缩功能不全,但要求声速和心壁间的夹角 $<20^\circ$,否则会低估肌壁的运动速度。STI技术不能完全跟踪斑点运动的空间位置,精确性较差。VFM技术尚不能实时在线分析,脱机分析时部分高速血流信号的混迭和部分低速血流信号无法识别,降低了分流、反流和低速血流测量中的准确性。VVI技术要求图像尽量清晰,尤其是心内膜边界的清晰勾画,这将直接影响分析结果;要求帧频高,较低帧频可导致跟踪失相关及遗漏峰值观察。超声造影技术的生物安全性一直受到持续关注。3D-TTE受左心耳的大小、位置变异的影响,以及图像采集的局限,容易漏诊。所以,对于左心耳的研究,上述技术均不能完全单独进行,需要利用各自的优势结合起来评估。就目前心脑血管栓塞事件的发生率及将来的发展趋势来看,超声心动图各项新技术在开发研究左心耳的血流动力学方面具有美好的前景。

参考文献

- [1] Mahajan R, Brooks AG, Sullivan T, et al. Importance of the underlying substrate in determining thrombus location in atrial fibrillation: implications for left atrial appendage closure [J]. Heart, 2012, 98(15):1120-1126.
- [2] Moss JD. Left atrial appendage exclusion for prevention of stroke in atrial fibrillation: review of minimally invasive approaches [J]. Curr Cardiol Rep, 2014, 16(2):448.
- [3] 李湘燕. 左心房功能的评价方法及影响心房功能的相关因素[J]. 国外医学(老年医学分册), 2000, 21(2):62-65.
- [4] 刘永太, 田庄, 方理刚, 等. 经食管超声心动图组织多普勒评价左心耳功能[J]. 中国超声医学杂志, 2007, 23(5):352-354.
- [5] 李向农, 李大海, 李长云, 等. 经食道及经胸超声检测房颤患者左心耳血栓的对比研究[J]. 中国医疗设备, 2015, 30(7):54-56.
- [6] 庞中一, 谢海秀, 章晔, 等. 心房颤动患者左心房及左心耳血栓形成的危险因素分析[J]. 心肺血管病杂志, 2017, 36(3):185-189.
- [7] 吴治胜. 左心耳三维超声心动图研究进展[J]. 中国医学影像技术, 2010, 26(8):1589-1591.
- [8] Doukky R, Garcia-Sayan E, Gage H, et al. The value of diastolic function parameters in the prediction of left atrial appendage thrombus in patients with nonvalvular atrial fibrillation [J]. Cardiovasc Ultrasound, 2014, 12(1):10.
- [9] 游亚萍, 方丕华. 左心耳结构与心房颤动卒中的关系[J]. 中国心血管杂志, 2016, 21(6):488-491.
- [10] 于慧娟, 姚辉梅, 袁国胜, 等. 经食道超声心动图对左房及左心耳血栓的临床价值[J]. 医学检验, 2014, 18(1):138-139.
- [11] Bitigen A, Bulut M, Tanalp AC, et al. Left atrial appendage functions in patients with severe rheumatic mitral regurgitation [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2007, 23(6):693-700.
- [12] Yoshida N, Okamoto M, Hirao H, et al. Role of transthoracic left atrial appendage wall motion velocity in patients with persistent atrial fibrillation and a low CHADS2 score [J]. J Cardiol, 2012, 60(4):310-315.
- [13] 毕文静, 任卫东. 超声心动图在左心耳形态结构及功能评价中的临床应用[J]. 实用医院临床杂志, 2012, 9(5):9-12.
- [14] Zuo K, Sun L, Yang X, et al. Correlation between cardiac rhythm, left atrial appendage flow velocity, and CHA2DS2-VASc score: study based on transesophageal echocardiography and 2-dimensional speckle tracking [J]. Clin Cardiol, 2017, 40(2):120-125.
- [15] Sasaki S, Watanabe T, Tamura H, et al. Left atrial strain as evaluated by two-dimensional speckle tracking predicts left atrial appendage dysfunction in patients with acute ischemic stroke Masahiro Wanezaki [J]. BBA Clinical, 2014, 2(1):40-47.
- [16] 蔡宇燕, 魏薪, 张晓玲, 等. 血流向量成像技术对非瓣膜性心房颤动患者左心耳血流流场特点的定量分析[J]. 四川大学学报(医学版), 2018, 49(1):119-123.
- [17] Ono K, Iwama M, Kawasaki M, et al. Motion of left atrial appendage as a determinant of thrombus formation in patients with a low CHADS2 score receiving warfarin for persistent nonvalvular atrial fibrillation [J]. Cardiovasc Ultrasound, 2012, 10(1):50.
- [18] 陈继美, 张萍. 超声心动图预测心房颤动患者左心房血栓形成[J]. 中国介入影像与治疗学, 2017, 14(2):113-117.
- [19] Iwama M, Kawasaki M, Tanaka R, et al. Left atrial appendage emptying fraction assessed by a feature-tracking echocardiographic method is a determinant of thrombus in patients with nonvalvular atrial fibrillation [J]. J Cardiol, 2012, 59(3):329-336.
- [20] Ruiz-Arango A, Landolfo C. A novel approach to the diagnosis of left atrial appendage thrombus using contrast echocardiography and power Doppler imaging [J]. Eur J Echocardiogr, 2008, 9(2):329-333.
- [21] 孔彬, 刘育, 廖佳芬, 等. 心房颤动患者选择性左心耳造影与食管超声测量左心耳的一致性研究[J]. 中华心律失常学杂志, 2016, 20(1):49-76.
- [22] 肖雨雄, 邓芸, 刘纯钢, 等. 实时三维经胸超声和经食管超声心动图对左心耳血栓诊断的对比研究[J]. 中国实用医药, 2016, 11(13):7-8.
- [23] Chen OD, Wu WC, Jiang Y, et al. Assessment of the morphology and mechanical function of the left atrial appendage by real-time three-dimensional transesophageal echocardiography [J]. Chin Med J, 2012,

125(19):3416-3420.

[24] Gan L, Yu L, Xie M, et al. Analysis of real-time three dimensional transesophageal echocardiography in the assessment of left atrial

appendage function in patients with atrial fibrillation [J]. Exp Ther Med, 2016, 12(5):3323-3327.

(收稿日期:2018-07-23)

· 病例报道 ·

Ultrasonic manifestations of orbital mucosa-associated lymphoid tissue lymphoma: a case report

眼眶黏膜相关组织淋巴瘤超声表现 1 例

张凌烟 黄 君

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码] B

患者男,87岁,4个月前无明显诱因下发现右眼眶内肿物,未予特殊诊治,因逐渐增大影响生活来我院就诊。患者4年前曾于外院诊断“颈部淋巴瘤”,经化疗后症状明显好转;曾于外院行“右眼睑脂肪瘤切除术”。专科检查:右眼视力0.6,眶内可触及大小约20 mm×15 mm肿物,边界清,无压痛,结膜充血,角膜透明,前房中等深,瞳孔圆,直径3 mm,对光反射存在,晶状体混浊,眼底窥模糊,视盘边界清,网膜平伏。超声表现:右侧眼眶

外侧见一实性不均质低回声肿块,大小约18 mm×25 mm×21 mm,边界清,形态不规则,其内回声不均匀,可见条索状强回声(图1),CDFI于肿块内可探及较丰富树枝状血流信号,以中下部居多(图2),收缩期峰值血流速度53 cm/s,舒张末期血流速度11 cm/s,阻力指数0.79(图3)。穿刺病理结合免疫组化检查:符合黏膜相关淋巴组织淋巴瘤,见图4。

讨论:眼附属器黏膜相关组织淋巴瘤属于结外边缘带黏膜

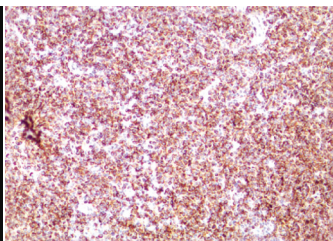
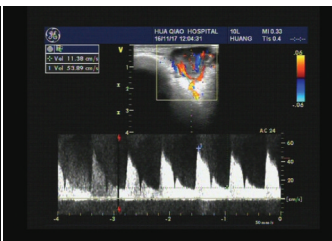
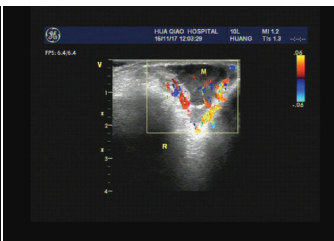
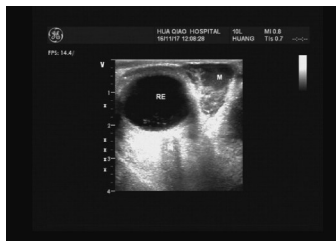


图1 眼眶黏膜相关组织淋巴瘤二维声像图

图2 眼眶黏膜相关组织淋巴瘤CDFI图

图3 眼眶黏膜相关组织淋巴瘤频谱图,收缩期峰值血流速度53 cm/s,阻力指数0.79

图4 眼眶黏膜相关组织淋巴瘤病理图(免疫组化CD79α,×100)

淋巴瘤增生的类型,好发于肌锥外区和眼眶前上部,多发生于45~70岁,男性多于女性^[1],主要表现为眼球突出,眼眶包块生长,偶有结膜充血,视力减低,肿物均无表面破溃,糜烂^[2]。有文献^[3]对7例眼眶淋巴瘤的超声表现分析表明,瘤体常以低回声为主,形态不规则,边缘欠清晰,回声不均,可有分叶,并常沿肌锥外间隙向后延伸生长,肿块的后缘呈锐角而不是圆钝的,内可含条索状强回声;CDFI示多数肿瘤内血流信号丰富,收缩期峰值血流速度高,阻力指数较高,肿瘤内血流信号分布以中后部居多,血流束连续甚至呈树状^[4]。本例既往有“颈部淋巴瘤”病史,且根据其特征性图像,超声可以提示淋巴瘤的诊断,对进一步治疗提供重要线索。临床,应注意眼眶黏膜相关组织淋巴瘤与炎性假瘤、泪腺肿瘤及横纹肌肉瘤等其他眼眶疾病的鉴别诊断。

参考文献

- [1] 汪东,张虹,宋国祥.眼眶淋巴瘤临床及影像学分析[J].中国实用眼科杂志,2010,28(6):619-621.
- [2] 韦超兵,赵立宇,方严,等.眼眶黏膜相关性淋巴样组织淋巴瘤的MRI成像特征及临床分析[J].临床眼科杂志,2017,25(4):350-352.
- [3] 王小燕,蓝春勇,廖明珠,等.眼眶淋巴瘤的高频声像及彩色多普勒超声诊断[J].中国超声医学杂志,2008,24(2):172-175.
- [4] 郭振峰,孙丰源,唐东润.眼眶及眼附属器淋巴瘤的彩色多普勒超声显像特征分析[J].中国实用眼科杂志,2010,28(10):1092-1094.

(收稿日期:2018-05-01)